

Verfahren zum Freihalten einer für
anorganische oder organische Ablagerungen anfälligen Oberfläche

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Freihalten einer für Ablagerungen anfälligen Oberfläche eines Körpers und/oder zum Entfernen von einer Oberfläche eines Körpers anhaftenden Ablagerungen mittels Ultraschall.

- Die Verwendung von Ultraschall zur Beseitigung von an Oberflächen anhaftenden
10 anorganischen oder organischen Ablagerungen, z.B. anhaftendem Biofilm, oder zur Vermeidung von deren Entstehung, beispielsweise auf der Außenhülle von Wasserfahrzeugen oder auf der Innenseite von Behältern oder Leitungen, ist beispielsweise aus der DE 10 2019 203 069 A1 bekannt. Zur Entfernung oder zum Freihalten von derartigen Ablagerungen an flüssigkeitsführenden oder mit Flüssigkeiten in Kontakt stehenden Oberflächen mittels
15 Ultraschall wird ein Piezo-Ultraschallgeber auf die gegenüberliegende Seite der freizuhaltenden bzw. zu reinigenden Oberfläche geklebt. Dabei regt eine mit einem Ultraschallgenerator ausgestattete Steuereinheit den Ultraschallgeber mit einer geeigneten Frequenz und Leistung an, deren Kombination in der Regel unterhalb der Kavitationsgrenze liegt, um Beschädigungen durch Kavitationseffekte zu verhindern. Aufgrund der eher
20 begrenzten Leistung und der damit einhergehenden geringen Reichweite eines einzelnen Ultraschallgebers müssen daher für größere Flächen mehrere Ultraschallgeber verwendet werden.

- Allerdings ist es aufgrund von Versteifungen, Anbauteilen, Ecken, Kanten oder Winkeln der
25 die zu behandelnde Oberfläche aufweisenden Körper, einschließlich verschiedener Füllstände, Strömungsgeschwindigkeiten oder Druckkräften des Mediums, die jeweils Einfluss auf die Reichweite des ausgesendeten Ultraschalls haben, unmöglich, eine 100%-ige Flächenabdeckung im Voraus zu bestimmen.

- 30 Dieses Problem ist in Fig. 1 dargestellt, die die Oberfläche eines Körpers 10 darstellt, die es mittels der beiden Ultraschallgeber 20, 20' möglichst vollflächig zu beschallen gilt. Allerdings ist zu erkennen, dass sich die Reichweiten 25, 25' der Ultraschallgeber 20, 20' an deren vorbestimmten Positionen aufgrund der baulichen oder stofflichen Eigenschaften des Körpers 10 unterscheiden, sodass eine nur lückenhafte Flächenabdeckung erreicht wird,

sodass die Oberfläche des Körpers weiterhin für Ablagerungen, speziell den biogenen Bewuchs mit (Mikro-)Organismen, die einen Biofilm ausbilden, anfällig ist.

5 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Freihalten einer für Ablagerungen, insbesondere biogenen Bewuchs anfälligen Oberfläche eines Körpers und/oder zum Entfernen von einer Oberfläche eines Körpers anhaftenden Ablagerungen, speziell anhaftendem Biofilm, mittels Ultraschall zu schaffen, mithilfe dessen eine möglichst 100%-ige Flächenabdeckung erzielt werden kann.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung wieder.

Grundgedanke der Erfindung ist es, die an einem Körper befestigen Ultraschallgeber als Ultraschallsonden zu verwenden, die also aufgrund des inversen piezoelektrischen Effekts zur
15 Abgabe von Ultraschall als auch aufgrund des piezoelektrischen Effekts zur Detektion von (Ultra-)Schall eingerichtet sind. Dabei wird eine Mehrzahl von Ultraschallsonden zunächst an vorbestimmten Positionen einer Oberfläche befestigt, die voraussichtlich eine größtmögliche Flächenabdeckung gewährleisten, wobei dieses erfindungsgemäß dadurch überprüft wird, ob ein von einer einzigen Ultraschallsonde abgegebenes Schallereignis von wenigstens einer
20 anderen Ultraschallsonde detektiert werden kann. Indem jeweils nur eine Ultraschallsonde zur Ausgabe eines Schallereignisses und die übrigen Ultraschallsonden auf Empfang geschaltet sind und bevorzugt die Position jeder Ultraschallsonde überprüft wird, kann jeweils eine Anpassung der Position jeder Ultraschallsonde erfolgen, die zu einer optimierten Flächenabdeckung führt. Gegebenenfalls kann dabei auch die Anzahl der vorgesehenen
25 Ultraschallsonden erhöht oder auch verringert werden, sodass ein optimiertes Verfahren zum Freihalten einer für Ablagerungen anfälligen Oberfläche eines Körpers und/oder zum Entfernen von einer Oberfläche eines Körpers anhaftenden Ablagerungen mittels Ultraschall bereitgestellt werden kann.

30 Erfindungsgemäß wird also ein Verfahren zum Freihalten einer für Ablagerungen anfälligen Oberfläche eines Körpers und/oder zum Entfernen von einer Oberfläche eines Körpers anhaftenden Ablagerungen mittels Ultraschall vorgeschlagen, dass die folgenden Schritte aufweist:

- 5 a. Befestigen einer vorbestimmten Mehrzahl von Ultraschallsonden an vorbestimmten Positionen eines wenigstens eine für Ablagerungen anfällige oder einen Ablagerungen aufweisende Oberfläche aufweisenden Körpers;
- b. Beaufschlagen des Körpers mit Ultraschall mittels einer einzigen aus der
5 vorbestimmten Mehrzahl von Ultraschallsonden ausgewählten Ultraschallsonde;
- c. Erfassen des von der einen Ultraschallsonde abgegebenen Ultraschalls durch die restlichen Ultraschallsonden der Mehrzahl von Ultraschallsonden als Ultraschallereignis;
- 10 d. gegebenenfalls Wiederholen der Schritte b. und c., wobei das Beaufschlagen des Körpers mit Ultraschall mittels einer weiteren als ausgewählte Ultraschallsonde bestimmte Ultraschallsonde erfolgt bis jede Ultraschallsonde der Mehrzahl von Ultraschallsonden den Körper mit Ultraschall beaufschlägt hat;
- 15 e. Repositionieren wenigstens der ausgewählten Ultraschallsonde bei Ausbleiben eines bei wenigstens einer der restlichen Ultraschallsonden erwarteten Ultraschallereignisses oder bei Erfassen eines Ultraschallereignisses durch wenigstens eine der restlichen Ultraschallsonden mit einer gegenüber einer vorbestimmten Schallenergie geringeren Schallenergie;
- 20 f. Wiederholen der Schritte b. bis e. bis die wenigstens eine der restlichen Ultraschallsonden ein Ultraschallereignis mit wenigstens der vorbestimmten Schallenergie erfasst; und
- g. Beaufschlagen des Körpers mit Ultraschall mittels aller am Körper befestigten Ultraschallsonden.

25

Bei den Ablagerungen, denen es vorzubeugen oder die es zu beseitigen gilt, kann es sich um anorganische und/oder organische Ablagerungen handeln, die insbesondere biogenen Ursprungs sein können. Besonders bevorzugt weisen die zu behandelnden Körper Oberflächen auf, die für biogenen Bewuchs anfällig sind oder denen Biofilm anhaftet. Die
30 Ablagerungen, für die das Verfahren Anwendung findet, sind entsprechend bevorzugt anorganische und/oder organische Ablagerungen und/oder einen Biofilm ausbildenden Ablagerungen.

Bevorzugt umfasst der Vorgang des Repositionierens das erneute Befestigen der ausgewählten Ultraschallsonde an derselben vorbestimmten Position. In dem Fall nämlich, in dem ein bei wenigstens einer der restlichen Ultraschallsonden erwartetes Ultraschallereignis ausbleibt, besteht die Möglichkeit, dass die ausgewählte Ultraschallsonde nicht
5 ordnungsgemäß an der vorbestimmten Position des Körpers befestigt worden ist. Es ist daher die ordnungsgemäße Befestigung der ausgewählten Ultraschallsonde zu überprüfen und gegebenenfalls erneut zu befestigen.

Alternativ oder gegebenenfalls auch zusätzlich umfasst das Repositionieren auch das erneute
10 Befestigen derjenigen Ultraschallsonde, bei der das erwartete Ultraschallereignis ausgeblieben ist. So ist es ebenfalls möglich, dass nicht die ausgewählte Ultraschallsonde, sondern eine der restlichen Ultraschallsonden der Mehrzahl von Ultraschallsonden, die das Ultraschallereignis aufzeichnen sollen, nicht ordnungsgemäß am Körper befestigt ist. Es ist daher gegebenenfalls auch die ordnungsgemäße Befestigung dieser Ultraschallsonde zu überprüfen und bevorzugt
15 erneut zu befestigen.

In jedem Fall umfasst das Repositionieren auch das Austauschen einer defekten Ultraschallsonde gegen eine intakte Ultraschallsonde, insbesondere wenn das Repositionieren der ausgewählten oder der restlichen Ultraschallsonde keinen anderen Effekt erzeugt. In
20 diesem Fall wird die ausgewählte und/oder die restliche Ultraschallsonde als defekt angesehen und gegen eine intakte Ultraschallsonde ausgetauscht.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass nicht jede der restlichen Ultraschallsonden ein von der ausgewählten Ultraschallsonde erzeugtes Schallereignis erfassen muss, sondern bevorzugt
25 wenigstens eine der restlichen Ultraschallsonden, die der ausgewählten Ultraschallsonde unmittelbar benachbart angeordnet ist. Hierfür kann ein vorbestimmter Radius oder Abstand von einer der restlichen Ultraschallsonden zur ausgewählten Ultraschallsonde definiert sein, die ein Schallereignis mit einer gegenüber einer vorbestimmten Schallenergie geringeren Schallenergie erfassen muss, um eine Repositionierung auszulösen. So kann speziell
30 vorgesehen sein, dass eine definierte Mehrzahl von restlichen Ultraschallsonden, die innerhalb eines vorbestimmten Radius zur ausgewählten Ultraschallsonde benachbart angeordnet sind, ein Schallereignis mit einer gegenüber einer vorbestimmten Schallenergie geringeren Schallenergie erfassen muss, um eine Repositionierung zu veranlassen.

Weiter ist bevorzugt vorgesehen, dass der Körper eine Wand oder eine Wandung ist, wobei die Ultraschallsonden auf der Seite bzw. Oberfläche der Wand oder Wandung angeordnet werden, die derjenigen Oberfläche derselben Wand oder Wandung gegenüberliegt, die für Ablagerungen anfällig ist oder Ablagerungen aufweist. Insbesondere befinden sich die

5 Ultraschallsonden auf derjenigen Oberfläche der Wand oder Wandung, die vor Feuchtigkeit weitgehend geschützt und mit dieser nicht in Berührung kommt, wobei die zu behandelnde Oberfläche diejenige Oberfläche ist, die unmittelbar mit Feuchtigkeit in Kontakt kommt.

Speziell ist der Körper ein Schiffsrumpf, wobei die Mehrzahl von Ultraschallsonden zum

10 Freihalten der für Ablagerungen anfälligen äußeren Oberfläche des Schiffsrumpfs und/oder zum Entfernen von der äußeren Oberfläche des Schiffsrumpfs anhaftenden Ablagerungen auf der Innenseite des Schiffsrumpfs befestigt werden. In diesem Fall befinden sich die Ultraschallsonden also auf der Innenseite des (Schiffs-)Körpers.

15 Der Körper kann aber auch bevorzugt ein Flüssigkeit aufnehmender Behälter oder eine Flüssigkeit führende Leitung sein. Höchst bevorzugt ist der Körper ein Kühlturm, ein Becken einer Kläranlage oder der Behälter einer Biogasanlage. In diesem Fall befinden sich die Ultraschallsonden also auf der Außenseite des jeweiligen Körpers. So eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren speziell im Bereich der Schifffahrt insbesondere zur

20 Behandlung von Kühlsystemen aller Art (Seekästen, Filtergehäuse, Leitungen, Plattenwärmetauschern, Box/Kastenkühler), Propellern jeglicher Art, Frischwassererzeugern und Schiffsrümpfen. Im Bereich der Industrie ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung von Verdunstungskühlanlagen, Kühl/Prozessmedien führenden Plattenwärmetauschern, speziell Dicksaftkühler, Rohsaftwärmer, Saftreiniger, Milcherhitzer,

25 Kühl/Prozessmedien führenden Maschinen, Leitungen und Tanks, Nassabscheidern, Flaschenwaschmaschinen, Pasteure und Papierproduktionsmaschinen, speziell Leimverteiler und Farbstreichmaschinen.

Die Erfindung wird anhand eines in der beigefügten Fig. 2 besonders bevorzugt ausgestalteten

30 Ausführungsbeispiels näher erläutert. Fig. 2 zeigt den aus Fig. 1 bekannten identischen Körper 10 mit einer aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens veränderten Anordnung der Ultraschallsonden 20, 20'.

Mittels der ausgewählten, im Beispiel links angeordneten Ultraschallsonde 20 wurde der Körper 10 mit Ultraschall beaufschlagt, der – wie Fig. 1 zeigt – von der rechts angeordneten Ultraschallsonde 20' nicht oder nicht mit der vorbestimmten Schallenergie erfasst werden konnte. Auch die umgekehrte Funktionsüberprüfung durch Schallabgabe durch die rechte

5 Ultraschallsonde 20' und mangelndes Erfassen eines Schallereignisses durch die linke Ultraschallsonde 20 ergab keine oder eine Detektion mit zu geringer Schallenergie. Durch iteratives Anpassen der Positionen wurde schließlich der in Fig. 2 dargestellte Zustand erreicht. Zum einen ist zu erkennen, dass die Ultraschallsonden 20, 20' gegenüber Fig. 1 veränderte Positionen eingenommen haben. Zum anderen ist zu erkennen, dass sich die

10 Reichweiten 25, 25' der Ultraschallsonden 20, 20' aufgrund der veränderten Positionen verändert haben. Dieses führt insgesamt zu einer gegenüber Fig. 1 verbesserten Flächenabdeckung mit Ultraschall und damit zu einer verbesserten Vorbeugung vor Ablagerungen, beispielsweise Biofilm auf der Oberfläche des Körpers 10. Mit der so aufgefundenen Positionierung der Ultraschallsonden 20, 20' kann eine weitgehend

15 flächendeckende Beschallung mit Ultraschall erfolgen, die Ablagerungen, insbesondere einen Bewuchs mit Biofilm wirksam verhindert oder beseitigt.

ANSPRÜCHE

- 5 1. Verfahren zum Freihalten einer für Ablagerungen anfälligen Oberfläche eines Körpers (10) und/oder zum Entfernen von einer Oberfläche eines Körpers (10) anhaftenden Ablagerungen mittels Ultraschall, mit den Schritten:
- 10 a. Befestigen einer vorbestimmten Mehrzahl von Ultraschallsonden (20, 20') an vorbestimmten Positionen eines wenigstens eine für Ablagerungen anfällige oder Ablagerungen aufweisende Oberfläche aufweisenden Körpers (10);
- b. Beaufschlagen des Körpers (10) mit Ultraschall mittels einer einzigen aus der vorbestimmten Mehrzahl von Ultraschallsonden (20, 20') ausgewählten Ultraschallsonde;
- 15 c. Erfassen des von der einen Ultraschallsonde abgegebenen Ultraschalls durch die restlichen Ultraschallsonden der Mehrzahl von Ultraschallsonden (20, 20') als Ultraschallereignis;
- d. gegebenenfalls Wiederholen der Schritte b. und c., wobei das Beaufschlagen des Körpers (10) mit Ultraschall mittels einer weiteren als ausgewählte
- 20 Ultraschallsonde bestimmte Ultraschallsonde erfolgt bis jede Ultraschallsonde der Mehrzahl von Ultraschallsonden (20, 20') den Körper (10) mit Ultraschall beaufschlägt hat;
- e. Repositionieren wenigstens der ausgewählten Ultraschallsonde bei Ausbleiben eines bei wenigstens einer der restlichen Ultraschallsonden erwarteten
- 25 Ultraschallereignisses oder bei Erfassen eines Ultraschallereignisses durch wenigstens eine der restlichen Ultraschallsonden mit einer gegenüber einer vorbestimmten Schallenergie geringeren Schallenergie;
- f. Wiederholen der Schritte b. bis e. bis die wenigstens eine der restlichen Ultraschallsonden ein Ultraschallereignis mit wenigstens der vorbestimmten
- 30 Schallenergie erfasst; und
- g. Beaufschlagen des Körpers mit Ultraschall mittels aller am Körper (10) befestigten Ultraschallsonden (20, 20').

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablagerungen anorganische Ablagerungen und/oder organische Ablagerungen und/oder einen Biofilm ausbildende Ablagerungen sind.

5

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Repositionieren das erneute Befestigen der ausgewählten Ultraschallsonde an derselben vorbestimmten Position umfasst.

10

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Repositionieren das erneute Befestigen derjenigen Ultraschallsonde umfasst, bei der das erwartete Ultraschallereignis ausgeblieben ist.

15

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Repositionieren das Austauschen einer defekten Ultraschallsonde gegen eine intakte Ultraschallsonde umfasst.

20

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine der restlichen Ultraschallsonden, die ein Schallereignis mit einer gegenüber einer vorbestimmten Schallenergie geringeren Schallenergie erfasst, der ausgewählten Ultraschallsonde unmittelbar benachbart angeordnet ist.

25

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (10) ein Schiffsrumpf ist, wobei die Mehrzahl von Ultraschallsonden (20, 20') zum Freihalten der für Ablagerungen anfälligen äußeren Oberfläche des Schiffsrumpfs und/oder zum Entfernen von der äußeren Oberfläche des Schiffsrumpfs anhaftenden Ablagerungen auf der Innenseite des Schiffsrumpfs befestigt werden.

30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (10) ein Flüssigkeit aufnehmender Behälter oder eine Flüssigkeit führende Leitung ist.

5

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (10) ein Kühlturm, ein Becken einer Kläranlage oder der Behälter einer Biogasanlage ist.